Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

VII.

Verhalten der Karlsbader Thermen während des vogtländisch-westböhmischen Erdbebens im October — November 1897

von

Ing. **Josef Knett,**

Stadtgeologen in Karlsbad.

(Mit 1 Kartenskizze 10 Tafeln und 3 Textfiguren.)

Immer wieder, wenn die Erde an irgend einer Stelle heftig oder längere Zeit hindurch in ihren Grundfesten erzittert, machen die sonderlichsten Nachrichten ihre Runde durch die Blätter. Dass den Verfassern in den allermeisten Fällen die Befähigung mangelt, Erdbebenerscheinungen richtig beurtheilen zu können, kümmert wohl den grössten Theil des Leserkreises nicht weiter. Selbst der Fachmann, der beim Lesen solcher Zeitungsartikel gar bald orientirt sein wird, kommt, besonders wenn eine Wahrscheinlichkeit oder auch nur Möglichkeit des Gelesenen besteht und er keine Gelegenheit findet, sich durch Augenschein überzeugen zu können, in eine unsichere Lage; er nimmt dann meist Notiz davon, wartet aber authentische Berichte ab.

Wie eingangs erwähnt, war es auch im Herbste vorigen Jahres. Bald erfuhr man von einer vermeintlich neuen Erdbebentheorie,[1] deren Grundgedanke vor einem halben Jahrhundert bereits ausgesprochen und gewiss nicht ohne hinlängliche Begründung verworfen wurde, bald waren es Vorhersagungen

[1] Man vergl. den Aufsatz in der Prager »Bohemia« vom 7. Nov. 1897.

oder andere Sensationskunden,[1] die den Mitmenschen in dieser Zeit, wo es an »Welterschütterungen« ohnehin nicht mangelte, dargeboten wurden.

Wenngleich durch die Daten dieser Veröffentlichung die Wahrheit der unten angedeuteten Verbreitung, deren Tendenz unschwer zu errathen ist, von selbst ins rechte Licht gesetzt wird, so sollen dieselben weniger den Zweck einer Abwehr erfüllen, als vielmehr im Interesse der Wissenschaft das wahre Verhalten der Quellen während der kritischen Tage darthun, umsomehr es das erste Mal ist, dass aus einer Zeit, wo in Karlsbad selbst Erdstösse verspürt wurden, genaue Daten über Wassermenge und Temperatur der Thermen vorliegen.

Man zeihe mich nicht der Voreingenommenheit! Ich habe die Messungen selbst vorgenommen und stehe für die Richtigkeit der Resultate ein. —

Da eine Vergleichung der täglichen Messungsdaten nicht ohneweiters vorgenommen werden darf, erscheint es zur richtigen Beurtheilung derselben geboten, einige »Gesetze aus der Karlsbader Quellenkunde« vorauszuschicken, die eine förmliche Mechanik der Karlsbader Thermen bilden und besonders die Beeinflussung der Ergiebigkeit durch eine Reihe von Factoren zum Gegenstande haben. Hierauf sollen die Resultate der Quellenmessungen und deren Besprechung folgen und schliesslich der Erdbeben früherer Zeiten mit einigen Worten gedacht werden.

I. Abhängigkeit der Wassermenge und Temperatur.

A.

Das, was wir »Ergiebigkeit« nennen, die auf die Zeiteinheit bezogene, in Bewegung befindliche Wassermenge, ist das Product der Einwirkung vieler Factoren; sie ist eine complicirte Function variabler, uns, ihrem Wesen oder auch nur ihrem absoluten Werthe nach, zum Theil gänzlich unbekannter

---

[1] Im »Rehauer Tagblatt«, dass der »Karlsbader Sprudel nachgelassen habe und dafür ein früherer Krater (Kammerbühl?) im diesseitigen Bezirke rauche«!

Grössen. Jede Änderung derselben hat eine Änderung der Ergiebigkeit zur Folge; erst wenn wir diese einschlägigen Factoren in unsere Beurtheilung mit einbeziehen und die Messungsresultate dadurch gleichsam auf ihren wahren Werth reduciren, können wir ermessen, ob und inwieweit ein neu hinzugekommener bekannter Factor, in unserem Falle ein Erdbeben, einflussnehmend auf die Quellen gewesen.

Einige der gleich zu besprechenden Factoren sind wohl den Karlsbader Thermen eigenthümlich, die meisten aber dürften für alle anderen auf ähnlichen geophysikalischen Principien beruhenden Thermen gelten.

Es kommen in Betracht:

1. Die Niederschläge im Thermalgebiete. 2. Der Luftdruck. 3. Die Spannungshöhen der Quellen. 4. Die Spannung im Sprudelkessel. 5. Der Wasserstand des Teplflusses. 6. Die hydrostatischen Verhältnisse der (mineralischen) Bodenwässer im Thermalgebiet. 7. Kosmische Einflüsse.

1. Niederschlag.

α. Bezüglich des Niederschlagsgebietes der Karlsbader Thermen sind wir bis heute noch gänzlich im Unklaren; erst nach jahrelanger, ständiger Beobachtung wird es vielleicht möglich sein, mit einiger Sicherheit auf ein bestimmtes Gebiet hinweisen zu können.

β. Ebenso ist uns heute noch die Zeit, welche das eindringende Meteorwasser benöthigt, um in jene Tiefen zu gelangen, wo es durch Wärmeaufnahme und Absorption exhalirter saurer Gase reactionsfähig auf die Bestandtheile des Grundgebirges wird, von welchem »Herd« es dann als fertiges Sprudelwasser seinen Weg an die Oberfläche der Erde mit grosser Geschwindigkeit nimmt, völlig unbekannt.

γ. Endlich bleibt auch die Frage, bis zu welchem Grade die in das zerklüftete Gebirge der nächsten Umgebung der Quellen eindringenden und dem Thermalwasser sich mechanisch beimengenden Niederschlagswässer hiedurch Ergiebigkeitsvermehrungen der Quellen veranlassen können, vorderhand ebenfalls noch offen.

2. Luftdruck.

Erst die fortlaufenden Messungen der zweiten Hälfte des Jahres 1897 liessen den wahren Einfluss des atmosphärischen Luftdruckes auf die Quellen von Karlsbad mit Sicherheit erkennen: er ist für die austretende Wassermenge ein Widerstand, der von der Quelle überwunden werden muss. Der hiedurch bedingte grössere oder kleinere »Effectverlust« gibt sich am deutlichsten bei grossen Luftdruckschwankungen kund. Der Luftdruck ist gleichsam der letzte natürliche Factor, der die Quellenergiebigkeit beeinflusst und einen, etwa durch die anderen Factoren angebahnten Gleichgewichtszustand der Quelle, selbst innerhalb sehr kurzer Zeiträume (Stunden) constant irritirt.

Es ist das Verdienst David Becher's, den Einfluss des barometrischen Factors zuerst richtig erkannt und niedergeschrieben[1] zu haben:

»Wenn nach heiterm Wetter ein Gewitter oder Regen folget, wobei der Merkur im Wetterglas den verminderten Druck der Luft anzeiget: so stösst der Sprudel sein Wasser mit mehr Gewalt, mehr Getöse, und auf eine grössere Höhe aus. Die Ursache ist, weil das elastische Wesen unter der Sprudelschaale seine Schnell- oder Federkraft gegen den verminderten Widerstand, den es in der äusserlichen Luft antrift, mehr und leichter anwenden kann«.

Die wenn auch indirecte ziffermässige Bestätigung der Richtigkeit Becher's Worte bildet ein neues Glied in der Kette glänzender Belege für das ausgezeichnete Beobachtungs- und Beurtheilungsvermögen dieses um seine Vaterstadt so hochverdienten Forschers.

Ebenso auch gibt sich bei kleinen intermittirenden Quellen der Einfluss des Luftdruckes auf die Ergiebigkeit bei näherer Beobachtung kund. Die Gasentbindungen sind bei niederem Barometerstand erleichtert, die Förderung der Stösse erfolgt schneller, sie überstürzen einander und verhelfen der Quelle

---

[1] Neue Abhandlungen über das Karlsbad. Von David Becher, der Arzeneikunst Doctor. 2. A., S. 158 (Leipzig 1789).

hiedurch zu einer erhöhten Ergiebigkeit. Bei hohem Barometerstand hingegen sind die Stosszeiten schärfer abgegrenzt; die

Stossgraphicon des Schlossbrunnens.

(Nach directer Ermittlung).

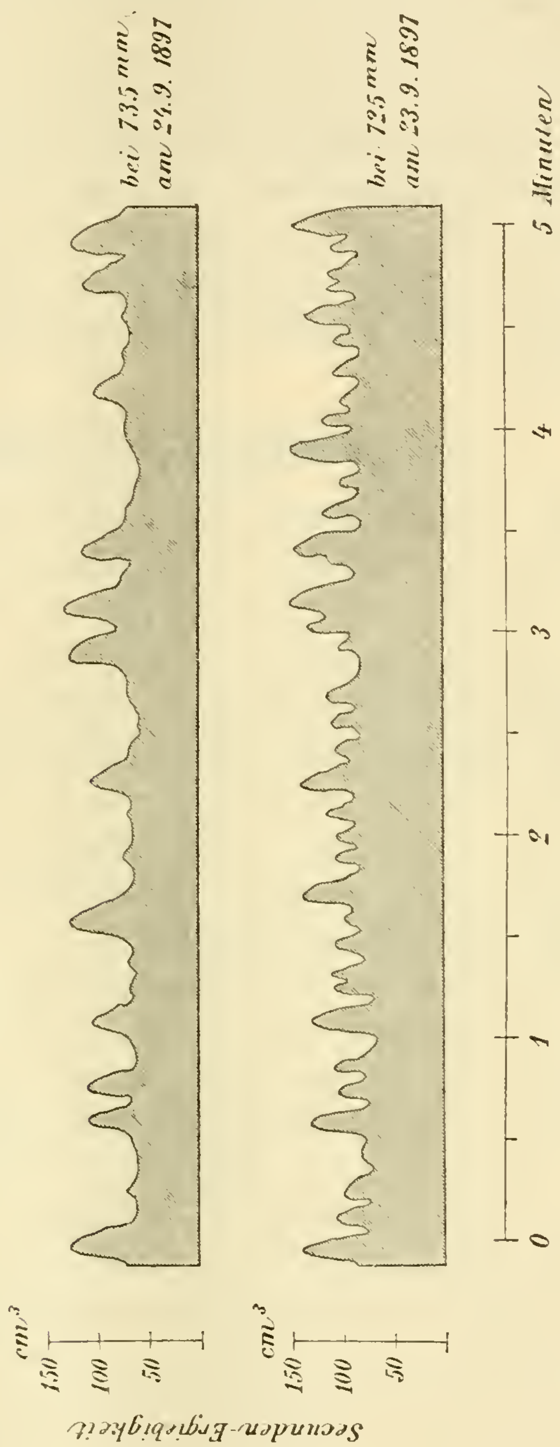


Fig. 1.

Stossmengen, deren Secundenergiebigkeit eine erhöhte ist, folgen erst nach längeren Intervallen, die durch Zwischenstossmengen von weit geringerer Secundenergiebigkeit ausgefüllt erscheinen (cf. Fig. 1).

Das Intermittiren des Schlossbrunnens z. B. ist ein so ausgeprägtes, dass man durch blosse tägliche Beobachtung desselben auf die Stärke des Luftdruckes schliessen kann.

In späterer Zeit hat Dr. Paul Cartellieri[1] den Zusammenhang von Luftdruck und Quellenergiebigkeit durch tägliche Messungen der Franzensbader Quellen erkannt und zuerst ziffernmässig festgestellt. Prof. Dr. Laube[2] knüpft daran die Bemerkung, dass dieses »umgekehrte Verhältniss von Ergiebigkeit und Luftdruck wohl auch anderwärts der Fall sein muss«; die Messungen in Karlsbad haben diesen Ausspruch in merito vollauf bestätigt.

3. Spannungshöhen der Quellen.

Obwohl ich ursprünglich beabsichtigte, nur jene auf natürliche Vorgänge oder künstliche Eingriffe basirenden Factoren anzuführen, welche innerhalb der später zu besprechenden dreimonatlichen Messungsreihe in Betracht zu ziehen wären, so sollen hier doch die Spannungshöhen, besonders die der vorgeführten Thermen, in gewisser Hinsicht Erörterung finden. Es wird der Ausdruck »Spannungshöhe« in der Folge öfters zu gebrauchen sein; auch beruht die grössere oder geringere »Empfindlichkeit« der einzelnen Quellen im Wesentlichen auf ihren verschiedenen Spannungshöhen.

Es ist darunter die Seehöhe jenes Punktes verstanden, welchen eine gefasste Quelle bis zu ihrem Brunnenauslauf, eine ungefasste bis zu ihrem Austritt aus dem Gestein zu erreichen hat (der Ort des Austrittes einer ungefassten Quelle repräsentirt in den allermeisten Fällen deren Spannungshöhe; bei gefassten Quellen soll diese erst beim Brunnenauslauf erreicht werden, also die Rohrleitung von der Fassungsstelle der Quelle bis zu deren Auslauf wenigstens sanft ansteigen).

Eine Quelle ist umso ergiebiger, je tiefer sie gespannt ist; je höher sie zum Ausfluss gebracht wird, desto schneller nimmt sie an Wassermenge ab. Nicht ganz im directproportionalen

---

[1] Die Franzensquelle in Eger-Franzensbad und der atmosphärische Luftdruck. Von Dr. P. Cartellieri (Prag 1860).

[2] Geologische Excursionen im Thermalgebiet des nordwestlichen Böhmens. Von Dr. Gustav C. Laube (Leipzig 1884).

Verhältnisse stehen die Werthe, die zu ermitteln man bei jeder Neufassung einer Quelle Gelegenheit hat; die Ergiebigkeitszunahme in der Tiefe ist eine beschleunigte, und umgekehrt.

Diesbezüglich gelten wohl ähnliche, aber durch mannigfache Umstände (Circulationshindernisse etc.) beeinträchtigte Gesetze, wie beim verticalen Wurf nach aufwärts. Die Richtung des aus grossen Tiefen mit bedeutender lebendiger Kraft emporsteigenden Thermalwassers, ist, wie die eines aufwärts geworfenen Körpers, eine der Richtung der Schwerkraft entgegengesetzte. In beiden Fällen verhalten sich Ergiebigkeit und Geschwindigkeit analog.

Endlich wird bei einer gewissen (grössten) Spannungshöhe (Maximalspannung oder Steighöhe kurzweg) die Quellenergiebigkeit gleich Null, so wie die Endgeschwindigkeit eines seine Steighöhe erreichenden, vertical aufwärts geworfenen Körpers.

Nahezu alle Thermalquellen Karlsbads haben verschiedene Spannungshöhen. Schon aus diesem Grunde können wir die einzelnen Ergiebigkeiten nicht direct vergleichen, beziehungsweise bewerthen.

Die grösste Spannungshöhe besitzt dermalen die »Russische Kronquelle« mit 391 *m*[1] und 3—4 *l* pro Minute; eine etwas geringe Spannung weist der Schlossbrunnen auf: 390·5 *m* mit 4—5 Minutenliter. Obwohl nun der Theresienbrunnen 11—12 *l* in der Minute liefert, ist er desswegen keine (absolut) ergiebigere Quelle, als eine der beiden vorgenannten, denn er ist nur auf 383·7 *m* über dem Meeresspiegel gespannt. Er würde, auf den Schlossberg geleitet, nicht steigen, ja schon weit unter dem Spannungsniveau der Kronquelle oder des Schlossbrunnens seine Steighöhe erreichen und kein Wasser mehr liefern. Auf gleiche Spannungshöhe wie die Kronquelle liesse sich aber (theoretisch) ohne Zweifel der Sprudel (Seehöhe 381 *m*... rund 2000 *l* pro Minute) bringen, wenn man dadurch nicht eine Sprudelkessel-Explosion, ein Bersten der Sprudelschale heraufbeschwören würde. Aber selbst einzelne Sprudelquellen würden

---

[1] Die Seehöhen wurden nach den Fixpunkten im neuen Stadtplan 1 : 500 (Aufnahme des Civ.-Ing. G. Müller, 1890—1892) ermittelt.

sich um 10 *m* höher zum Auslauf bringen lassen und dann beide Quellen am Schlossberg rücksichtlich Wasserabfluss noch um Bedeutendes überragen.

Nach ihrer wahren Ergiebigkeit geordnet, würden die Karlsbader Thermen ungefähr nachstehende Reihenfolge bilden: Sprudel, Russische Kronquelle und Schlossbrunnen, Theresienbrunnen, Spitalquelle, Kaiser Karlquelle, die Elisabeth- und Orchesterquellen, die Curhausquelle und der Mühlbrunnen, Neu- und Bernhardsbrunnen, Marktbrunnen, Kaiserbrunnen, Felsenquelle etc.

Die Spannungshöhen der kleinen Thermen Karlsbads ändern sich erst innerhalb grösserer Zeiträume aus mannigfachen Gründen. Zuweilen erheischen praktische Bedürfnisse eine Änderung (in der Regel Herabsetzung) derselben nach mehreren Jahren. Sonst aber wird in Karlsbad eine rationelle Behandlung der Thermen, »das Princip der Erhaltung der Quellen« strenge gehandhabt und jede Beanspruchung derselben auf Druck (Rückstauung, Spannungsvermehrung) oder Zug (Ansaugung, Spannungsverminderung) peinlich vermieden. Und doch ist es der Luftdruck, der mit den Quellen sein Spiel treibt, ihren Ablauf bald hemmt,[1] bald wieder befördert!

Anders gestalten sich die Verhältnisse beim Sprudel. Hier wird eine zeitweilige Änderung der Spannungshöhen der einzelnen Sprudelquellen durch Abnahme der Aufsatzständer (anlässlich der Sprudel-Nachbohrungen und Reinigung der Ständer) unvermeidlich. Durch diesen Vorgang stören wir aber auch den Gleichgewichtszustand der kleinen Quellen, weil dadurch die

4. Spannung im Sprudelkessel

vermindert wird. Wir verstehen darunter den in und unter der Sprudelschale jeweilig herrschenden Druck des Flüssigkeits- und Gasgemisches. Er ist abhängig von dem Verhältniss der Querschnittssummen aller Öffnungen in der Sprudelschale zum unterirdischen Wasserzudrang, sowie von der Spannungshöhe

[1] Cartellieri berichtet in der citirten Abhandlung auch von einem Sinken des Spiegels der Franzensquelle (id est Herabdrückung der Steighöhe) und gänzlichem Ausbleiben am 11. November 1859 bei dem »unerhört hohen Barometerstand von 330 Par.-Lin.« = $744^{1}/_{2}$ *mm*.

der einzelnen Sprudelquellfassungen, die sich in die Functionen von Ventilen und Überläufen theilen.

Bezeichnen wir mit S die Spannung im Sprudelkessel, mit W den Wasserzufluss, mit Q die Querschnittssumme der gefassten Sprudelquellen und mit H die Spannungshöhe des Sprudels, so ist es ungefähr die Gleichung $S = \frac{W.H}{Q}$, die uns diese Spannung im Kessel versinnlicht. Setzen wir W gleich der Einheit in der Annahme, dass sich der Wasserzufluss wohl erst in längeren Zeiträumen ändert, so ist es also hauptsächlich das Verhältniss der Spannungshöhe : Querschnitt der Sprudelöffnungen, das uns die Spannung im Sprudelkessel repräsentirt.

Die Normalspannung S im Sprudelkessel herrscht insbesonders zur Zeit der jeweiligen Sprudelmessungen, da dieselben bei aufgesetzten Ständern (normale Spannungshöhe H) und nach erfolgter Sprudelbohrung (normale Querschnittsöffnungen Q) bislang vorgenommen wurden; dabei sei aber angenommen, dass keine grösseren unstatthaften Austritte von Thermalwasser aus beschädigten Stellen der Sprudelschale vorhanden sind.

Grössere Sprudelausbrüche gehören bereits der Geschichte an; durch nicht immer zu verhindernde kleine Ausbrüche wird der Nenner des Bruches grösser $(Q+q)$, die Spannung im Kessel vermindert.

Durch Anlegung von Sprudelsinter an die Bohrlochwände wird Q kleiner, die Spannung also vermehrt. Bei sonst gleichbleibenden Umständen ist dieselbe in der Zeit vor Beginn jeder Sprudelbohrung sonach eine erhöhte.

Empfindlich abhängig von der Spannung im Sprudelkessel ist nun die Ergiebigkeit der kleinen Thermen, die alle mehr oder weniger als die Druckmesser des Sprudelkessels aufzufassen sind.

Dass es die Spannung im Kessel ist, welche die Wassersäulen der kleinen Thermen auf höhere Niveaux erhält,[1] dafür hat man zahlreiche Beweise; und dass es sonach die hoch-

---

[1] Ähnlich der Wassersäule im Piëzometerrohr eines Schöne'schen Schlemmapparates.

gespannten Thermen besonders sind, die die Spannung im Sprudelkessel am deutlichsten registriren, ist einleuchtend.

Aus dem bereits Vorhergesagten ist nun unschwer zu erkennen, wie sich die Ergiebigkeiten der kleinen Quellen zu der des Sprudels verhalten:

Vermindern wir (aus praktischen Gründen) die Spannung im Sprudelkessel etwa durch Abnahme der Ständer, also H um die Ständerhöhe h, so entspricht dieser Spannungsverminderung eine grössere Ergiebigkeit der Sprudelquellen, weil wir sie tiefer zum Abfluss bringen (cf. S. 6, Absatz 3, Al. 3), während gleichzeitig die Ergiebigkeit der kleinen Quellen sinkt. In diesem Falle verhalten sich:

— (Spannung im Sprudelkessel)
gegensinnig ... + (Ergieb. des Sprudels)
gleichsinnig ... — (Ergieb. d. kl. Quellen)
gegensinnig

Analoges Verhalten des Quellencomplexes durch fortschreitende Versinterung der Sprudelöffnungen, Abnahme der betreffenden Sprudelquellergiebigkeit, Zunahme der Spannung im Sprudelkessel u. s. w. ist uns aus der Literatur bekannt. Ein gewaltiger Sprudelausbruch machte dann meist der übergrossen Spannung im Kessel ein Ende.[1]

Anders ist das Verhalten der Thermen zu einander, so lange S normal bleibt, d. h. die Querschnitte der Sprudelöffnungen erhalten und die Spannungshöhen derselben nicht geändert werden; dann verhalten sich die kleinen Thermen und der Sprudel hinsichtlich ihrer Ergiebigkeiten gleichsinnig.

Diese Art des Verhaltens (bei gleichbleibenden Spannungsverhältnissen im Sprudelkessel) wurde vor Jahrzehnten bereits an der damals höchstgespannten Quelle, dem Schlossbrunnen

---

[1] Hier sei nebenbei bemerkt, dass die (wenn auch nur äusserst schwachen) makroseismischen Erschütterungen der Sprudelschale, welche durch grössere Sprudelausbrüche veranlasst, beziehungsweise durch den (jetzt künstlich verhinderten) Versinterungsprocess verursacht waren, keiner der drei bekannten Bebenarten (am ehesten aber noch den vulkanischen Beben) zugezählt werden können.

durch blossen Augenschein, in späterer Zeit auf Grund vorgenommener Messungen erkannt. Auf diesem Principe basirt auch die von dem Ingenïeur-Geologen A. Rosiwal[1] in Vorschlag gebrachte und 1897 inaugurirte exacte Thermenmessung, beziehungsweise indirecte Beobachtung des Sprudels.

5. Wasserstand.

Höherer Grundwasserstand wirkt, wie es scheint, besonders auf die tiefer liegenden Quellen ergiebigkeitsvermehrend, indem die Kohlensäureausströmungen im Thalgrunde erschwert sind. Höhere Wasserstände verhindern auch den leichteren Austritt von Gas und Sprudelwasser aus kleinen Ritzen und Löchern in der Sprudelschale, wodurch die Spannung im Kessel dem Normalzustand näher gebracht wird.

6. Hydrostatik der Bodenwässer.

Dieser, wie der folgende Factor, sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Bis jetzt hatten wohl grössere Wassererschrotungen in den benachbarten Bergbauen (Zettlitz, Ottowitz etc.) keinen nachweisbaren Einfluss auf die Ergiebigkeit der Thermen Karlsbads, was indess keine Gewährleistung für die Zukunft bietet. Dass bei dem sich stetig tiefer bewegenden Bergbau im Kaolin etc. die Möglichkeit, thermalwasserführende Klüfte anzufahren, immer näher rückt und durch Wassereinbrüche — wir haben nach dem Gesagten allen Grund, in tieferen Niveaux bedeutend verstärkte Zuflussmengen zu erwarten — das Gleichgewicht des Quellencomplexes von Karlsbad empfindlich beeinträchtigt werden kann (Herabdrückung der Steighöhen der Quellen), ist nicht zu leugnen.

7. Kosmische Einflüsse.

Prof. Falb[2] hat seinerzeit den Ausspruch gethan, »dass bei Quellen, die aus einer bedeutenden Tiefe stammen, ein Einfluss des Mondes auf deren Ergiebigkeit nachweisbar sein

---

[1] Über neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader Thermen. Von A. Rosiwal (Jahrb. d. geol. R.-A. 1894, Bd. 44, Heft 4, S. 691).

[2] Das Erdbeben in Agram und die heissen Quellen. Vortrag, gehalten im Karlsbader Gewerbeverein (Karlsbad 1881).

müsse« und verwies dabei auf die Quellenmessungen von Franzensbad.

Die fortgesetzten Beobachtungen in Karlsbad werden wohl in Bälde zeigen, inwieferne der »stärkst kritische Termin« eines Jahres sich an den Quellen äussert.

B.

Was die Temperatur der Thermen anbelangt, so ist dieselbe, wie die Ergiebigkeit, bei den einzelnen Quellen eine verschiedene. Es ist weder die Entfernung vom Quellencentrum (Sprudel), noch die (relative) Ergiebigkeit der Quellen zur Erklärung ihrer abweichenden Temperaturen allein hinreichend.

Es seien diesbezüglich nur einige Quellen hinsichtlich ihrer örtlichen Lage gegen den Sprudel, mit beiläufiger Angabe ihrer Minutenmengen und höchsten Temperaturen beim Auslauf, angeführt. Bestimmte Zahlen anzugeben erscheint werthlos.

Quelle	Temperatur	Ergiebigkeit (Liter per Minute)
Kaiserbrunnen (am entferntesten)	circa 48° C.	7—10 (stark variirend)
Curhausquelle	» 64 »	8— 9
Felsenquelle	» 61 »	5— 5$^{1}/_{2}$
Theresienbrunnen	» 57 »	11—12
Neubrunnen	» 59 »	4— 4$^{1}/_{2}$
Mühlbrunnen	» 50 »	8— 9
Kronquelle	» 43 »	3— 4
Karlquelle (am nächsten)	» 47 »	±5
Sprudel	» 73 »	—

Höher gespannte Thermen sind unter sonst gleichen Umständen kühler als tiefer liegende (Abkühlung durch Stagnation). Besonderen Einfluss dürften die specifischen Quellenverhältnisse (Gestein, dessen Durchlässigkeit gegen Thermalwasser und Niederschläge, Tiefenlage, Form und Grösse des Circulationsweges, schmale unregelmässige Risse oder breite Quellspalten u. s. w.) auf die Temperaturen der einzelnen Thermen ausüben.

Für ein und dieselbe Quelle aber gilt die Beziehung, dass einer Ergiebigkeitsvermehrung auch eine Erhöhung der Temperatur entspricht. Bei grösserer Geschwindigkeit kühlt sich das Thermalwasser naturgemäss weniger ab; aus diesem Grunde zeigt eine Quelle in der Tiefe (erhöhte Ergiebigkeit!) auch stets höhere Temperatur als nach erfolgtem Höherspannen. Intermittirende Quellen weisen während eines Stosses eine erhöhte (Stoss-) Temperatur auf.

Die Messung der Thermentemperatur kann entweder beim Quellenursprung (Fassung) oder beim Brunnenauslauf vorgenommen werden.

Erstere ergibt stets höhere Werthe als die letztere und repräsentirt die eigentliche Temperatur der Quelle. Die Auslauftemperatur ist um so niedriger, je länger und weniger geschützt die Quellrohrleitung ist, die von der Fassung zum Auslauf führt. Bei wenig ergiebigen Thermen mit weit entlegenem Auslauf gibt sich sogar der Tag- und Nachtwechsel in der Auslauftemperatur zu erkennen. In aufeinanderfolgenden Tagen schwanken die Temperaturen des Auslaufwassers um wenige Zehntelgrade.

Verbindet man die höchsten und tiefsten Stellen eines solchen Temperaturgraphicons, so erhält man krumme Linien als Begrenzung eines Streifens, innerhalb welchem die täglich schwankenden Temperaturswerthe zu liegen kommen. Auf Taf. I sind diese »Temperaturcurvenzonen« einiger Quellen nach den Messungen des Jahres 1897 verzeichnet, woraus zu ersehen ist, dass sich die Curvenstreifen im Winter erweitern. Obwohl die Schwankungen der Lufttemperatur im Sommer relativ weit grössere waren als in der folgenden Jahreszeit, so bewirkten diese doch nicht einen ebensolchen Einfluss auf die Quellentemperaturen; im Gegentheil, die Temperaturzonen sind im Frühsommer am schmälsten, weil die (absolute) Differenz von Thermen- und Lufttemperatur ungefähr am geringsten ist und der Boden an Erwärmung stetig zunimmt. Diese wieder dauerte selbst eine geraume Zeit hindurch noch fort, während welcher die Lufttemperatur schon zusehends im Abnehmen begriffen war.

Die Curvenzonen (1897) der Thermen sind der der Luft um circa zwei Monate nachtragend und geben daher weniger ein

Bild der Abhängigkeit der Temperatur der Quellen von der Wärme der Atmosphäre, als von der des Bodens.

Die Breite der Streifen aber ist mit Berücksichtigung der Ergiebigkeit abhängig von der Lufttemperatur, beziehungsweise von deren Unterschied zur Temperatur der Quellen.

II. Die Quellenmessungen.

A.

Kurzgefasste Charakteristik des Beobachtungszeitraumes.

Derselbe umfasst die Zeit zwischen dem 5. September und 5. December. Die Messungen wurden täglich Vormittags (Sonntage ausgenommen) an den vier Controlquellen: Russische Kronenquelle, Schlossbrunn, Mühlbrunn und Theresienbrunn vorgenommen.[1]

Bezüglich der sub I erörterten Gesichtspunkte wäre zu bemerken:

Ad 1. In die vorliegenden Betrachtungen konnte zur Zeit nur das Niederschlagsgebiet der Tepl einbezogen werden, da die gesammelten Beobachtungen für die in Betracht kommenden Gebiete (am Bruchrande: Duppau, Karlsbad, Eger und in der Richtung der Karlsbader Thermenlinie $9^h\,11°$ bis ins Erzgebirge) erst in späterer Zeit Gegenstand der Veröffentlichung von Seite der k. k. meteorologischen und hydrographischen Anstalten sein werden.

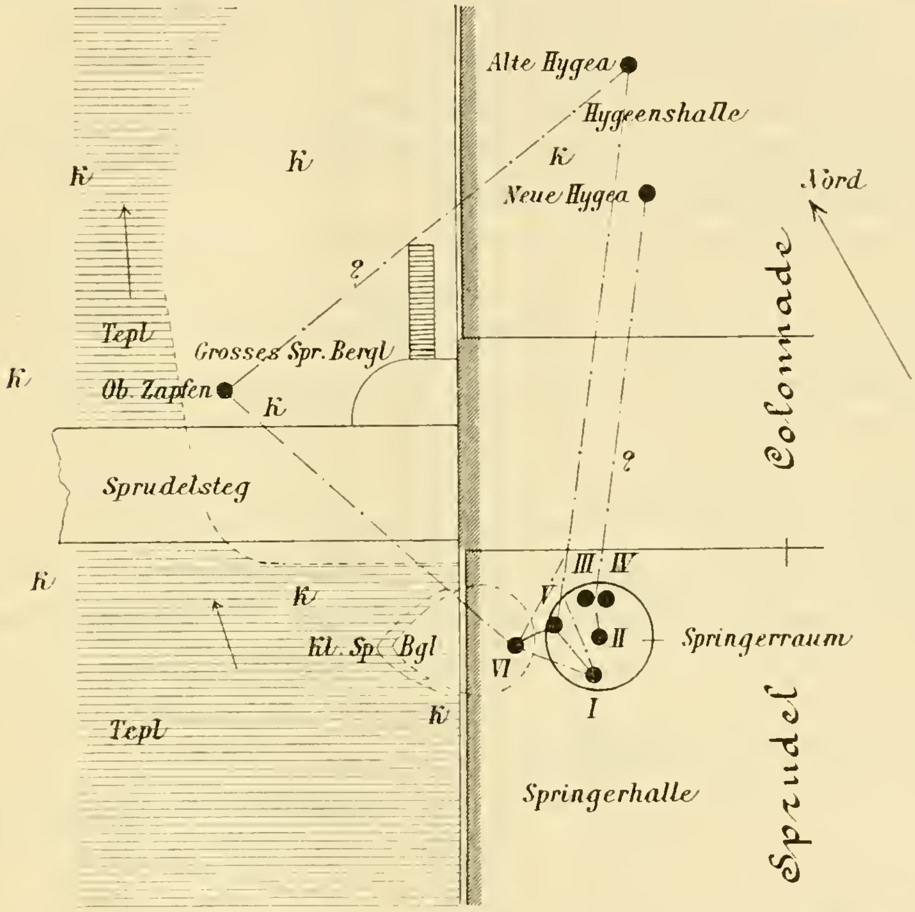
Als Niederschlag figurirt in der nachstehenden Tabelle der Messungsergebnisse somit der eines kleinen Gebietes, an dessen Nordrande Karlsbad gelegen ist (cf. die Kartenskizze). Zu diesem Zwecke wurden die ombrometrischen Messungsdaten der städtischen Hochwasser-Beobachtungsstationen gesammelt und das Mittel von sechs Orten[2] in der Tabelle notirt.

[1] Die Messungen geschahen durch längeres Auffangen der dem Brunnenauslauf entströmenden Wassermenge (bei der Russischen Kronenquelle während 12 Minuten, bei den übrigen 5 Minuten), nachheriger Abwägung und Umrechnung in Minutenliter.

[2] Die Regenmessungen der Beobachtungsstation Fritzmühle bei Einsiedl wurden, als das annähernd richtige Mittel — durch die zu nahe Lage gegen die Beobachtungsstationen Unterhammer und Sangerberg — beeinträchtigend, nicht einbezogen.

Der Werth dieser Aufzeichnungen ist für einen so kurzen Beobachtungszeitraum, wie die vorgeführte Vierteljahrsperiode, wohl nur ein minimaler und beschränkt sich derselbe vorzugsweise auf die sub I, 1 γ angedeutete Frage, zumal der Zeitfactor gänzlich unbekannt ist.

Ad 2. Der Luftdruck wurde vor Beginn und nach Beendigung der täglichen Messungen an dem Aneroid (Provisorium) vor



Massstab 1 : 330.

. — . — . Sprudelquellen, welche miteinander communiciren. *K* Sprudelkessel.

Fig. 2. Situation der Sprudelquellen.

dem Curhause abgelesen; eine Reduction der Barometerstände wurde — da für dieses Instrument keine diesbezügliche Tabelle vorliegt — unterlassen.

In den graphischen Darstellungen wurde nur der mittlere Barometerstand während der täglichen Messungen berücksichtigt, beziehungsweise verwendet.

Ad 3 und 4. Während des ganzen Beobachtungszeitraumes waren die Sprudelständer Nr. III und IV nicht aufgesetzt, um

diese derzeit wenigst ergiebigen Sprudelöffnungen nicht unter unnöthigen Druck zu setzen. Da dieselben mit dem Sprudelkessel nicht direct communiciren (cf. Fig. 2), dürfte die Spannung in diesem dadurch kaum nennenswerth herabgesetzt worden sein.

Fig. 4[1] (Taf. IX) gewährt einen Einblick in den Springerraum nach Abnahme der sogenannten »Zschokke«. Die Sprudelständer Nr. III und IV erscheinen aufgesetzt. Die Sprudelquelle Nr. VI liegt durch den Boden der Colonnade verdeckt. Fig. 5 gibt ein Bild von dem Springerraum, wie es sich ergeben würde, wenn man den Colonnadenboden entfernen könnte. Nr. III und IV sind nicht gespannt, die Aufsatzständer sind abgenommen, die gefassten Bohrlöcher sichtbar.

Der genannte Beobachtungszeitraum zerfällt, hinsichtlich geänderter Spannung im Sprudelkessel, in zwei Abschnitte. Der erste reicht bis 9. October, bis zu welchem Tage zwei Arme des im oberen Zapfenloch eingesetzten Auslaufgestelles verspundet waren, um — der gesteigerten Bäderfrequenz wegen — den Bäderleitungen (Nr. V und VI) erhöhte Wassermengen zuzuführen (geringe Spannungsvermehrung im Sprudelkessel).

Fig. 6 (Taf. X) zeigt den oberen Zapfenauslauf — vier Arme und ein kleines Springerrohr — und das grosse Sprudelbergl. Die Aufnahme geschah nach dem 9. October, von welchem Tage an die Spunde abgenommen waren (zweiter Abschnitt: 9. October bis 28. November).

Die letzte Sprudelbohrung (vor dem Beobachtungszeitraum) fand Ende August statt. Es hatten demnach im September die Sprudelöffnungen (Bohrlöcher) ihren »normalsten« Querschnitt. Gegen Ende November mussten dieselben — immer bezogen auf die vorgeführte Messungsperiode — am kleinsten sein. Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass die Spannung im Sprudelkessel in den beiden Zeitabschnitten ungefähr dieselbe gewesen sein dürfte.

---

[1] Eine photographische Aufnahme des Springerraumes nach der Natur ist, der Situation und besonders des Dampfes wegen unmöglich. Aus diesem Grunde, wie auch, um das Aussehen und die Anordnung der Sprudelquellen im Springerraume zu jeder Zeit demonstriren zu können, verfertigte ich ein naturgetreues Modell aus Cement im Massstabe 1 : 10. Die Figuren 4 und 5 sind photographische Aufnahmen dieses Sprudelmodells.

Am 29. November Vormittags wurde mit der Herbstsprudelbohrung begonnen, seit welchem Tage die Sprudelquellen zu verschiedenen Zeiten durch die Abnahme der Ständer u. s. w. in ihrer Spannung herabgesetzt wurden. Die Messungsreihe dieser letzten Woche wurde nur des Beispiels halber angefügt und wurden diese Daten in den späteren graphischen Darstellungen wohl ersichtlich gemacht, in die Construction der Curven aber (Tafel IV, V, VI, VIII) nicht einbezogen.

Ad 5. Endlich wäre noch ein kleiner Ausbruch der Vollständigkeit wegen zu erwähnen, dessen spannungsvermindernder Einfluss erst bei Wasserständen unter dem Pegelnullpunkt ein nennenswerther gewesen sein mag. Die Ablesung des Wasserstandes geschah (täglich 8^h Früh) an dem Pegel vor der Mühlbrunnen-Colonnade.[1]

Ad 6. 1. Wassereinbruch und Ersäufung der Kaolinschächte P. Nr. 572/2 und 575, Gemeinde Weheditz, am 24. September. 2. Desgleichen: Eleonorenzeche, Gemeinde Ottowitz, am 21. November (Bezeichnung auf Taf. II mit *W*).

Ad 7. Die Mondesphasen sind auf der Abscisse der Taf. II erkenntlich gemacht: ○ Vollmond, ◑ Letztes Viertel, ● Neumond, ◐ Erstes Viertel; desgleichen Falb's »kritische Tage« erster (!), zweiter (!!) und dritter (!!!) Ordnung.

Die Messungen der Quellentemperaturen wurden beim Brunnenauslauf vorgenommen.

B.

Beurtheilung der Messungsresultate.

Überblickt man die Tabelle der Messungsergebnisse (graphisch dargestellt auf Taf. II und III), so springt zunächst das tägliche Schwanken der Ergiebigkeit in die Augen, wohl zumeist eine Folge des wechselnden Luftdruckes.

---

[1] Hiedurch gelangen nur Fluthwellen von am Morgen erfolgten Niederschlägen zum Ausdruck, während solche früherer oder späterer Regenmengen den Pegel zu einer Zeit passiren, wo keine Ablesung des Wasserstandes erfolgt. Aus diesem Grunde sind die täglichen ombrometrischen und limnigraphischen Daten nicht immer in Übereinstimmung (Taf. II).

Tabelle der Messungsergebnisse. Herbst 1897.

Tag der Messung	Luft vor der Messung			Russische Kronquelle		Schloss-brunnen		Mühl-brunnen		Theresien-brunnen		Luft nach der Messung			Niederschlag *mm*	Wasserstand *cm*	Bemerkungen
	Uhr	*mm*	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Uhr	*mm*	°C.			
6. Sept.	1/2 10	722	+12 1/2	3·941	42·70	5·068	42 25	9·151	49·65	12·098	56·55	11	722 1/2	+14 1/2	12·7	0	
7. »	»	723	+12	3·910	·65	4·980	·25	9·133	·50	12·220	·85	»	723	+12	2·0	+ 2	
8. »	»	730	+12 1/2	3·789	·65	4·982	·20	9·080	·49	12 151	·75	»	728 1/2	+12 1/2	0·9	0	
9. »	1/4 10	726 1/3	+13	3·816	·60	4·877	·20	9·096	·45	12 195	·75	»	727	+13 1/2	12·9	0	
10. »	»	727	+ 9	3·877	·55	5·040	·15	9·206	·40	12·016	·60	»	728	+10	5·2	0	
11. »	»	734	+10 1/2	3·797	·60	4·939	·10	9·200	·40	11·980	·62	»	734	+10 1/2	2·9	+10	
13. »	»	736	+14	3·822	65	4·906	·22	9·181	·48	12·207	·80	»	737	+15	0	+ 4	
14. »	»	737	+12 3/4	3·814	·60	4·820	·10	9·120	·50	12·147	·75	»	738	+14 3/4	0	0	1. Zeitabschnitt:
15. »	»	735 1/2	+13 1/2	3·770	·58	4·962	·15	9·203	·49	12·189	·70	3/4 11	735	+15	0·8	0	6. Sept. bis incl.
16. »	1/2 10	725 1/2	+12	4·025	·80	5·103	·20	9·152	·48	12·282	·65	1/4 12	725 1/2	+12	13·4	— 1	9. Oct.
17. »	»	722	+11 1/2	4·135	·82	5.288	·20	9·237	·47	12·167	·85	»	722	+12	3·5	+ 1	Die Resultate
18. »	1/4 10	726	+14	4 100	80	5·210	·25	9·279	·47	12·341	·90	11	725 1/2	+14 1/2	0	0	dieser Periode

20. Sept.	½ 10	716½	+ 9	4 123	42·85	5·283	42·30	9·316	49·39	12·340	56·64	11	717	+ 9½	1·7	+12	sind in den graphischen Darstellungen auf den Tafeln IV—VI mit o bezeichnet.
21. »	¼ 10	721	+ 8½	4·099	·82	5·190	·30	9·204	·20	12·243	·59	»	722	+10½	4·3	+ 8	
22. »	»	724½	+11	3·951	·73	5·210	·35	9·163	·28	12·148	·70	»	726½	+13½	0·7	+ 5	
23. »	½ 10	724⅓	+12	4·120	·75	5·157	·35	9·117	·25	12·082	·70	»	725	+12½	0·5	+ 5	
24. »	»	733	+16	3·945	·78	4·919	·40	9·010	·30	11·991	·90	»	736½	+19	0	+ 4	
25. »	3	738½	+21¼	3·881	·65	4·866	·40	9·092	·35	12·071	·95	¼ 5	738½	+19¾	0	+ 3	
27. »	½ 10	737	+11¼	4·009	·65	5·000	·30	9·068	·20	12·245	·80	11	739	+18¼	0	0	
28. »	»	736	+12	3·928	·75	4·946	·35	9·062	·26	12·076	·85	»	736	+18	0	0	
29. »	»	731	+13	4·046	·76	5·115	·30	9·012	·25	12·191	·80	»	734	+17	0	− 1	
30. »	»	728½	+11	4·054	·70	5·007	·30	9·153	·30	12·173	·89	»	732½	+19	0	− 2	
1. Oct.	¼ 10	727	+15¾	4·063	·83	5·132	·35	9·060	·26	12·072	·75	»	727	+17¾	0	− 2	
2. »	½ 10	727	+15¾	3·967	·70	5·049	·45	9·052	·29	12·026	·80	¼ 12	728	+17¾	0	− 2	
4. »	¼ 10	727	+10½	3·872	·55	5·009	·30	9·014	·15	12·062	·75	»	727	+10	4·4	− 3	
5. »	½ 10	731	+ 6	3·865	·55	4·902	·15	8·947	·00	11·931	·40	»	733	+12	0	− 3	
6. »	»	734	+ 6½	3·861	·50	4·847	·00	8·872	48·98	12·014	·50	»	732	+ 5½	0	− 3	
7. »	¼ 10	732¼	+ 2	3·902	·48	4·855	41·98	8·839	·95	11·930	·25	»	732¾	+ 2	0	− 4	
8. »	¾ 10	732⅓	+ 4½	3·813	·51	4·865	42·12	8·864	49·00	12·028	·30	»	732⅓	+ 4½	0	− 5	
9. »	»	729½	+ 5	4·018	·50	4·898	·10	8·786	48·90	11·987	·50	»	729½	+ 5	0·6	− 5	

Tag der Messung	Luft vor der Messung			Russische Kronquelle		Schloss-brunnen		Mühl-brunnen		Theresien-brunnen		Luft nach der Messung			Niederschlag *mm*	Wasserstand *cm*	Bemerkungen
	Uhr	*mm*	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Uhr	*mm*	°C.			
11. Oct.	$^1/_2 10$	729	$+ 7^1/_2$	3·947	42·51	4·884	42·10	8·867	49·05	12·223	56·52	$^1/_4 12$	728	+ 8	3·7	— 6	2. Zeitabschnitt:
12. »	»	722	+ 8	4·017	·65	5·120	·20	8·945	·10	12·289	·50	»	723	+10	0·8	— 6	11. Oct. bis incl.
13. »	»	727	$+ 6^1/_2$	3·929	·55	4·982	·10	8·892	·00	12·153	·49	»	726	+ 8	0·3	— 5	27. Nov.
14. »	»	$726^1/_2$	+ 8	3 907	·40	4·873	·25	8·856	48·90	12·153	·60	$^1/_2 12$	$727^1/_2$	+10	0	— 5	
15. »	$^3/_4 10$	730	+ 7	3·702	·45	4·921	·15	8·825	·80	11·965	·60	»	732	$+12^1/_2$	0	— 5	Bezeichnung der
16. »	$^1/_2 10$	$728^1/_2$	$+ 9^1/_2$	3·901	·55	4·769	·20	8·866	·70	12·101	·70	$^1/_4 12$	$729^1/_2$	$+10^1/_2$	0	— 5	Resultate: ×
18. »	»	736	+12	3·684	·48	4·751	·20	8·786	·60	11·915	·65	»	$736^1/_2$	$+12^1/_2$	0	— 6	
19. »	»	736	+11	3·721	·43	4·799	·26	8·750	·60	11·996	·70	$^1/_2 12$	736	+12	8·6	— 6	
20. »	»	732	+11	3·811	·50	4·690	·20	8·789	·50	12·043	·60	»	733	+10	2·0	— 6	
21. »	$^3/_4 10$	735	+ 8	3·638	·40	4·799	·20	8·766	·50	11·897	·60	»	736	+10	0	0	
22. »	$^1/_2 10$	739	+10	3·580	·35	4·702	·15	8 776	·50	11·772	·60	»	739	+11	0	0	
23. »	10	737	+ 8	3·708	·30	4·729	·15	8·726	·55	11·872	·60	»	737	+ 9	0	— 1	Beginn des Erd-
25. »	$^3/_4 10$	$740^1/_2$	+ 4	3·790	·45	4·680	·15	8·750	·40	11·967	·55	$^1/_4 12$	$741^1/_2$	+10	0	— 2	bebens.
26. »	$^1/_2 10$	740	$+ 3^1/_2$	3·774	·35	4 715	·15	8·700	·30	12·016	·50	»	741	$+ 9^1/_2$	0	— 4	
27. »	»	$739^2/_3$	+ 2	3 659	·30	4·624	·10	8·674	·25	11·836	·55	»	$740^2/_3$	+ 4	0	— 5	
28. »	$^3/_4 10$	$738^1/_2$	$+ 2^1/_2$	3·785	·42	4·625	·10	8·697	·20	11·898	·45	»	$739^1/_2$	$+ 3^1/_2$	0	— 6	I.
29. »	$^1/_4 10$	737	0	3·776	·30	4·594	·10	8·685	·18	11·911	·50	11	$740^1/_2$	+ 5	0	— 6	29. Abends Erd-
30. »	$^1/_2 10$	$735^1/_2$	$+ ^1/_2$	3·651	·30	4·612	·18	8·658	·15	11·875	·50	$^1/_4 12$	736	+ 3	0	— 6	stoss in Karlsbad.

1. Nov.	10	736	0	3·650	42·20	4·636	42·05	8·609	48·05	11·874	56·40	3/4 12	736 1/2	+ 1	0	— 7	
2. »	3/4 10	737	+ 1	3·583	·10	4·620	·00	8·605	·00	11·916	·45	1/4 12	737	+ 2	0	— 7	
3. »	1/2 10	734	+ 1/2	3·667	·15	4·797	·10	8·673	·00	11·800	·35	1/2 12	735	+ 3	0	— 7	
4. »	3/4 10	734	+ 1	3·671	·20	4·750	·15	8·693	47·85	11·834	·30	»	735 1/2	+ 2	0	— 7	
5. »	1/2 10	736	0	3·762	·20	4·651	·05	8·551	·75	11·934	·35	»	736 1/2	+ 1	0	— 7	
6. »	3/4 10	735 1/2	+ 1	3·711	·20	4·672	·10	8·719	·65	11·772	·35	»	735 1/2	+ 1	0	— 7	II. 7. Morgens Erdstösse in Karlsbad.
8. »	»	737	+ 1/2	3·642	·00	4·656	·10	8·792	·50	11·788	·35	»	737 1/2	+ 1/2	0	— 8	
9. »	1/4 10	737 1/2	— 3 1/2	3·688	·12	4·618	·10	8·726	·45	11·827	·32	3/4 11	739	+ 2	0	— 8	
10. »	3/4 10	741	+ 1	3·645	41·90	4·564	41·95	8·783	·39	11·798	·20	1/2 12	741 1/2	+ 1 1/2	0	— 8	
11. »	3/4 9	738	— 7 1/2	3·667	42·10	4·833	·90	8 856	·45	11·754	55·95	1/4 11	741	— 4 1/2	0	— 8	
12. »	3/4 10	734 1/2	— 3	3·764	·20	4·906	42·05	8·817	·30	11·775	56·20	1/2 12	734 1/2	— 1 1/2	0	— 8	
13. »	9	730	— 5	3·696	41·90	5·094	41·95	8·796	·20	11·766	·20	3/4 11	731	— 2	0	— 8	
15. »	1/4 10	727	— 1/2	3·819	42·30	5·128	42·00	8·830	·15	11·842	·25	1/4 12	728	+ 1	7·7	— 9	
16. »	1/2 10	737	0	3·564	·00	4·870	41·95	8·438	·10	11·647	·30	1/2 12	737	+ 2 1/2	0·1	— 7	III. 17. Morgens: Erdstösse in Karlsbad.
17. »	»	734	+ 1 1/2	3·550	·05	4·966	·82	8·754	·10	11·776	·25	»	734 1/2	+ 2	0·6	— 6	
18. »	»	734	+ 5	3·611	·10	5·242	·80	8·779	·10	11·840	·50	1/4 12	734	+ 8	0	— 5	
19. »	3/4 10	737	+ 2	3·663	·15	4·923	·85	8·848	·20	11·771	·40	3/4 12	738	+ 9	0	— 4	
20. »	9	738	+ 3 1/2	3·603	·00	4·773	·82	8·830	·20	11·631	·40	11	739	+ 4 1/2	0	— 4	

Tag der Messung	Luft vor der Messung			Russische Kronquelle		Schloss-brunnen		Mühl-brunnen		Theresien-brunnen		Luft nach der Messung			Niederschlag *mm*	Wasserstand *cm*	Bemerkungen
	Uhr	*mm*	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Liter	°C.	Uhr	*mm*	°C.			
22. Nov.	9	744½	+ 2	3·679	42·10	4·735	41·92	8·714	47·10	11·615	56·50	¾11	744½	+ 2	0	— 5	
23. »	½10	738½	+ 2½	3·801	·20	4·844	42·00	8·834	·08	11·812	·50	¼12	737½	+ 3½	0·4	— 6	
24. »	»	731½	+ 3	3·849	·20	4·974	·00	8·835	·10	11·892	·40	»	731½	+ 4	2·9	— 6	Ende des Erd-bebens.
25. »	»	732½	— 1½	3 869	·20	4·940	·05	8·856	·05	11·911	·45	»	730½	— 2	0·1	— 6	
26. »	»	737	— 3	3·713	41·90	4·627	·00	8·784	46·90	11·805	·30	½12	737½	— 2½	0	— 7	
27. »	¼10	730¼	— 3½	3·795	42·15	4·805	·05	8·814	·88	11·867	·30	¼12	730¼	— 3½	10·0	— 7	
29. Nov.	9	702	+ 1½	4·226	42·50	5·654	42·35	9·078	46·90	11·954	56·32	½12	702	+ 1½	6·1	— 6	Seit 29. Vorm. ½10h:
30. »	½9	718	— 3	3·768	·15	4·986	·30	8·824	·80	11·399	·25	10	721	— 2	0·6	— 6	
1. Dec.	¾10	716½	+ 2	4·012	·40	5·220	·20	8·923	·75	11·740	·30	½12	715½	+ 2	0·3	— 6	Nachbohrung der Sprudelöffnungen.
2. »	½10	722	+ ½	3·820	·30	5·251	·32	8·804	·75	11·587	·38	¼12	722	+ 1	0·3	— 6	
3. »	»	725½	— 1	3·842	·25	5·122	·20	8·915	·75	11·482	·05	12	724½	— ½	1·4	— 6	Bezeichnung der Resultate: ●
4. »	¼10	724	— 1½	3·894	·30	5·132	·30	8·867	·65	11·716	·20	¼12	725	— 1	1·0	— 6	

Vergleicht man die Daten der kritischen Zeit (24. October bis 25. November) mit der absichtlich länger gewählten Vorzeit, so ergibt sich kein wie immer geartetes auffälliges Verhalten, welches, andauernd, als eine Folgewirkung des Erdbebens auch mit nur geringer Sicherheit aufgefasst werden könnte. Schwankungen nach unten, wie auch nach oben, sind beiden Perioden gleich charakteristisch.

Dass sich eine oder die andere Quelle manchen Tages mit dem Luftdruck scheinbar gleichsinnig verhielt, wird man ebenso in der Zeit vor dem Erdbeben finden; bei grösseren Luftdruckschwankungen aber ist das gegensinnige Verhalten stets ein ausgeprägtes.[1]

Aus diesem Grunde wird auch der Ergiebigkeit des Schlossbrunnens am 18. November, die also eher für eine Ergiebigkeitszunahme des Sprudels an diesem, dem Erdstoss vom 17. folgenden Tage spräche, kein besonderer Werth beigelegt werden dürfen; fanden doch beim Theresienbrunnen auch bei gleichem oder erhöhtem Barometerstand (13. und 27. September, 11. October) grössere Ergiebigkeitsvermehrungen statt, für welche heute noch keine genügende Erklärung gegeben werden kann. Auch dass die Messung des Schlossbrunnens am 17. November Vormittag unmittelbar nach den in Karlsbad verspürten Erdstössen einen völlig normalen Ergiebigkeitswerth lieferte, kann die Meinung nur bekräftigen, dass der des nachfolgenden Tages (der mir als der relativ extremste erscheint) nicht mit dem Erdbeben in Verbindung zu bringen ist.

Desgleichen war das Verhalten der Temperaturen ein normales.[2] Grössere Schwankungen finden in Ergiebigkeitsvermehrungen oder -Verminderungen, sowie im Temperatur-

---

[1] Minimum des Luftdruckes und Maximum der Ergiebigkeiten des Schlossbrunnens und der Kronenquelle am 29. November, welche Quellen noch bei ungestörter Spannung im Sprudelkessel gemessen wurden. Der Mühlbrunnen und Theresienbrunnen wurden bereits nach Abnahme ($^1/_2 10^h$) der Ständer beider Hygeensquellen gemessen (um $^3/_4 11^h$ und $^1/_4 12^h$) und wären deren Ergiebigkeiten zweifellos grössere als am 20. September gewesen.

[2] Lage der Temperaturswerthe vom 30. October, 8. und 17. November in den Curvenzonen... Taf. I.

wechsel der Atmosphäre ihre hinreichende Begründung. Von diesen Factoren lässt sich der Mühlbrunnen im Detail am wenigsten beeinflussen; dafür nimmt seine Temperatur in dieser Vierteljahresperiode um so constanter ab, um im Frühjahr wieder anzusteigen (Taf. I).

Erhellt wohl schon aus den graphischen Darstellungen der Tafeln II und III keine Beziehung zwischen dem Erdbeben und dem Verhalten der Thermen, so gelangt dies noch klarer zum Ausdruck, wenn wir die Ergiebigkeiten und Temperaturen rücksichtlich eines oder des anderen bekannten Factors graphisch reduciren:

Trägt man auf die Abscissenaxe eines Coordinatensystems die Ergiebigkeit, auf die Ordinatenaxe den Barometerstand auf und verzeichnet auf diese Art die Lage der täglichen Messungsergebnisse, so schaaren sich die Punkte um eine Linie, die die wahre Beeinflussung der Ergiebigkeit durch den Luftdruck versinnbildlicht; ich nenne sie kurzweg die Curve »*BQ*« (nach Barometer, Quantum).

Wählt man hingegen die Ordinatenaxe zur Verzeichnung der Temperatur, so erhält man als Mittellinie eine Gerade (für diese geringe Abhängigkeit während des kurzen Zeitraumes), welche die wahre Beeinflussung der Temperatur durch Ergiebigkeits- (und somit indirect auch durch Luftdruck-) Schwankungen darstellt; sie sei die Curve »*QT*« genannt.

Trifft man die Anordnung der Axensysteme so, wie sie auf Taf. IV—VI verzeichnet sind, dann wird sofort klar, dass der Zustand einer Quelle, der ja durch ihre Ergiebigkeit und Temperatur charakterisirt ist, durch eine Curve von bestimmter Lage gegen eine Raumecke dargestellt werden kann, deren drei aufeinander senkrecht stehende Kanten den Barometerstand, die Ergiebigkeit und Temperatur der Quelle bilden. Die *BQ*-Curve ist bloss der Aufriss, die *QT*-Curve der Grundriss der wirklichen »Zustandscurve«; durch die gegenseitige Lage der Zustandscurven mehrerer Quellen kommt gleichsam das Nationale, der »individuelle« Charakter jeder einzelnen zum sprechenden Ausdruck (Taf. VII).

Auf den Tafeln IV—VI ist die Lage der Messungsergebnisse (gegen die Zustandscurve jeder der vier Thermen) vom

30. October, 8. und 17. November durch das beigesetzte Datum erkenntlich, die bei keiner Quelle für einen Einfluss des Erdbebens auf die Ergiebigkeit oder Temperatur spricht. Dem Schlossbrunnenwerth vom 18. November kann der des Theresienbrunnens vom 27. September (vor dem Erdbeben) auch hinsichtlich seiner Lage im Graphicon (Taf. VI) gut gegenübergestellt werden.

Dass die Messungen zum Theil so weit abseits der Mittellinie liegen, ist dadurch begründet, dass die Ergiebigkeit, beziehungsweise die Temperatur nicht allein von dem einen (auf der anderen Axe aufgetragenen) Factor abhängig ist.

Es zeigt dies am auffälligsten der Mühlbrunnen, dem in Folge der längeren Rohrleitung der »hinteren Mühlbrunnenquellen« eine so hohe Jahres-Temperaturzonencurve zukommt (Taf. I). Nur zur Zeit, wo diese ihrem Wendepunkte nahe ist, kommt die Beeinflussung der Temperatur durch die wechselnde Ergiebigkeit besser zum Ausdruck (Taf. V, rothe volle Linie); in dem absteigenden Theil der Curve indess ist dies, wie bereits früher erwähnt, nicht mehr der Fall, daher das parallele Verschieben der Geraden QT des Mühlbrunnens. Die Temperaturwerthe dieser Quelle liegen sonach von der Mittellinie am weitesten zerstreut; dasselbe Verhalten zeigen alle Quellen mit längeren Rohrleitungen, und ist dieses Ergebniss nur eine Folge der Temperaturmessung beim Brunnenauslauf. Den Temperaturwerthen des Mühlbrunnens ist daher ebenfalls nicht der geringste Einfluss des Erdbebens beizumessen, trotz der entfernten Lage der Resultate von der Mittellinie.

Zu eben demselben Ergebniss gelangt man durch die Ermittlung der Abhängigkeitscurve der Temperatur des Mühlbrunnens von der der Atmosphäre (Taf. VIII).

Die Lage der Werthe vom 30. October, 8. und 17. November ist zu der Curve »AT« eine völlig normale.

Leider haben wir bis heute kein Mittel, um auch die Spannung im Sprudelkessel ausdrücken und so den wichtigsten Factor der Quellenbeeinflussung in den Bereich der Betrachtungen ziehen zu können.

Diesbezügliche Versuche sind bereits für die allernächste Zeit in Aussicht genommen; zweifellos wird nach dem Gelingen derselben einiges Licht über manche heute noch unaufgeklärte Dinge verbreitet werden.

Es wäre keine wunderliche Erscheinung gewesen, wenn der Sprudel oder irgend eine kleine Therme nach den in Karlsbad erfolgten Erdbeben den in Klüften und Quellspalten abgelagerten Ocker aufgewirbelt und zu Tage gefördert hätte; ich habe mich aber, besonders unmittelbar nach den am 7. und 17. November hier verspürten Erdstössen, von dem vollkommen klaren Ablauf aller Thermen durch Augenschein überzeugt.

Auf Grund dessen, sowie mit Rücksicht auf die vorgeführten Messungsdaten komme ich zu dem Schlusse, dass das vogtländisch-westböhmische Erdbeben 1897 keinen wie immer gearteten Einfluss auf die Thermalquellen Karlsbads hatte, so sehr es auch — als in der Natur der Sache gelegen — begreiflich erschienen wäre, wenn sich ein solcher thatsächlich kundgegeben hätte.

Zur Widerlegung der gänzlich aus der Luft gegriffenen Nachricht von einem »Nachlassen des Sprudels« aber hätte es wohl nur des einfachen Hinweises auf die beiden Jahresmessungen des Sprudels bedurft:

Name der Sprudelöffnung	Frühjahrsmessung am 3. April 1897 Luft: 715 *mm*, +9° C.	Herbstmessung am 16. December 1897 Luft: 734·5 *mm*, +0·3° C.
(Spannungshöhe 381 *m*)	Liter pro Minute	Liter pro Minute
Nr. I	15·3	14·5
» II (Springer)	106·8	72·3
» III	—	—
» IV	—	—
» V	610·8	474·8
» VI	582·0	795·6
Oberer Zapfen	430·0	543·0
Unterer Zapfen	geschlossen	geschlossen
Alte Hygea	116·4	98·4
Neue Hygea	—	—
Totalergiebigkeit	1861·3 *l*	1998·6 *l*
Temperatur des Sprudels	72·8° C.	72·2° C.

Die Sprudelquellen III, IV und die Neue Hygea lieferten derzeit (1897) bei dieser Spannungshöhe (Colonnadenfussboden) kein Wasser; das Vicariiren der Sprudelquellen ist überhaupt eine diesem Quellencomplex eigene und seit einem Jahrhundert beobachtete Erscheinung (Fig. 3).

Ergiebigkeit des Sprudels am 3. April 1897:



am 16. December 1897:

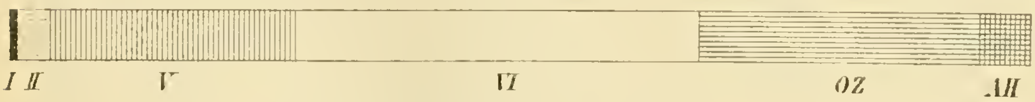


Fig. 3 (Massstab: 1 *cm* = 200 *l*).

Die Zunahme der Ergiebigkeit des Sprudels um 137·3 *l* (wovon auf die Quellen im Springerraum 42·3 *l*, auf die ausserhalb befindlichen 95 *l* kommen), ist aber sicherlich nicht dem Erdbeben, sondern dem Umstand zuzuschreiben, dass das Obere Zapfenloch, welches jahrelang nicht von dem angelegten Sinter gereinigt wurde, wieder einmal der Nachbohrung (13. December 1897) unterzogen worden war.

III. Erdbeben früherer Zeiten.

An anderen Orten während der vorgeführten Messungsperiode beobachtete Erdbeben habe ich — soweit mir dieselben zur Kenntniss kamen — auf Taf. II notirt und komme auch diesbezüglich zu einem negativen Ergebniss.

Ebenso habe ich — mit gleichem Erfolg — hinsichtlich früherer Erdbeben (insbesonders der vogtländisch-erzgebirgischen Beben der Siebziger- und Achtzigerjahre) in den Akten und älteren Messungsjournalen reichlich Umschau und bei den glaubwürdigsten Personen Nachfrage gehalten.

Im Archive der Stadtgemeinde Karlsbad findet sich nur ein einziges Schriftstück, in welchem von einem etwaigen Einfluss früherer Erdbeben auf die Quellen die Rede ist.

Es ist eine Anfrage des Rittergutspächters Eugen Vogt in Möhnersdorf (Schlesien) an die »Badedirection Karlsbad«, ddo. 9. Januar 1885, nachstehenden Inhaltes:

»Als am 1. November 1755 das grosse Lissaboner Erdbeben statthatte, soll verbürgten Nachrichten zu Folge der Karlsbader Sprudel eine kurze Zeit lang ganz getrübtes Wasser emporgesendet haben und dadurch den Beweis geliefert, dass zwischen der Karlsbader Quelle und dem dortigen Ereigniss ein gewisser Connex vorhanden ist.«

»Es wäre nun interessant, ob dieselben Beobachtungen, wenn auch vielleicht in geringerem Maassstabe auch bei den letzten Erderschütterungen, die in Spanien, respective in der dortigen Gegend vorgekommen sind, gemacht worden sind; eventuell ob irgend eine Zufluss- oder Temperaturstörung, oder Trübung zu der Zeit in der Quelle vorgekommen ist. Für die Beantwortung dieser Frage, die nur in wissenschaftlicher Beziehung gestellt ist, meinen verbindlichsten Dank sagend«, etc.

Dem Antwortschreiben des damaligen Bürgermeisters von Karlsbad, Eduard Knoll, ist zu entnehmen, dass auch dieses Erdbeben (1885) von keinem Einfluss auf die Thermen gewesen war. Es wurde, wie es in der Abschrift dieses Briefes heisst, »anlässlich der letzten Erdbeben in Spanien bei dem Sprudel und den Karlsbader Mineralquellen überhaupt absolut keine Erscheinung beobachtet, welche auf einen Zusammenhang der erwähnten Erderschütterungen mit den Karlsbader Thermen schliessen lassen könnte; dass aber auch früher ein solcher Zusammenhang nicht bestanden hat, da die in einigen zu Ende des vorigen und am Anfange des laufenden Jahrhundertes erschienenen Büchern über Karlsbad vorfindliche Nachricht, dass der Sprudel zur Zeit des grossen Lissaboner Erdbebens ganz ausgeblieben sei oder einen trüben unregelmässigen Auslauf und dergleichen gehabt habe, vollständig unbeglaubigt und unwahr ist«.

»Weder findet sich in den städtischen Akten hierüber etwas vor, noch macht einer der Ärzte, die damals in Karlsbad ordinirten und Werke über unseren Curort in Druck erscheinen liessen (darunter der ebenso gewissenhafte als verlässliche Dr. David Becher in seinem zur Berühmtheit gelangten Buche), irgend eine Erwähnung davon. Zweifelsohne ist also jene Nachricht 30—40 Jahre später durch ein falsches Gerücht aufgekommen und hat so Eingang in Druckwerke gefunden; die

neueren Werke haben sie inzwischen auf Grund gepflogener Erhebungen eliminirt«.

Aus all dem Erörterten kann entnommen werden, wie wenig man einer nächstbesten Zeitungsnachricht — in früheren Jahren wurden dieselben nicht selten bei Bearbeitungen von Erdbeben gesammelt — oder manchen Büchern Vertrauen und Glauben entgegenbringen darf.

Meines Erachtens läge nicht der mindeste Grund vor, irgend einen seismologischen Einfluss auf die Thermen Karlsbads zu verschweigen; solange sich indess ein solcher nicht durch directe Beobachtung feststellen lässt, ist es Pflicht eines jeden nach Wahrheit Strebenden, gegentheiligen, völlig grundlosen Phantasiegebilden entgegenzutreten.

Nichts ist verwandter als Erdbeben und die Thermen Karlsbads; verdanken sie doch, nach dem heutigen Stande unseres Wissens, gigantischen, gewiss von gewaltigen Beben begleiteten Vorgängen ihr Dasein!

Karlsbad, Februar 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Fig. 4. Blick in den Springerraum nach Abnahme der Brunnenschale (Zschokke) des Springers.

Fig. 5. Der Springerraum des Karlsbader Sprudels mit den sechs Sprudelquellfassungen. Von West gesehen.

t Trinkrohrleitung zum Auslauf in der Hygeenshalle.

C Rohrleitung für die Wasserzufuhr ins Curhaus, Neubad und Sprudelsalzwerk.

K Bäderleitung für das Sprudel- und Kaiserbad.

B Boden der Sprudelcolonnade.

U Ufermauer der Sprudelcolonnade.

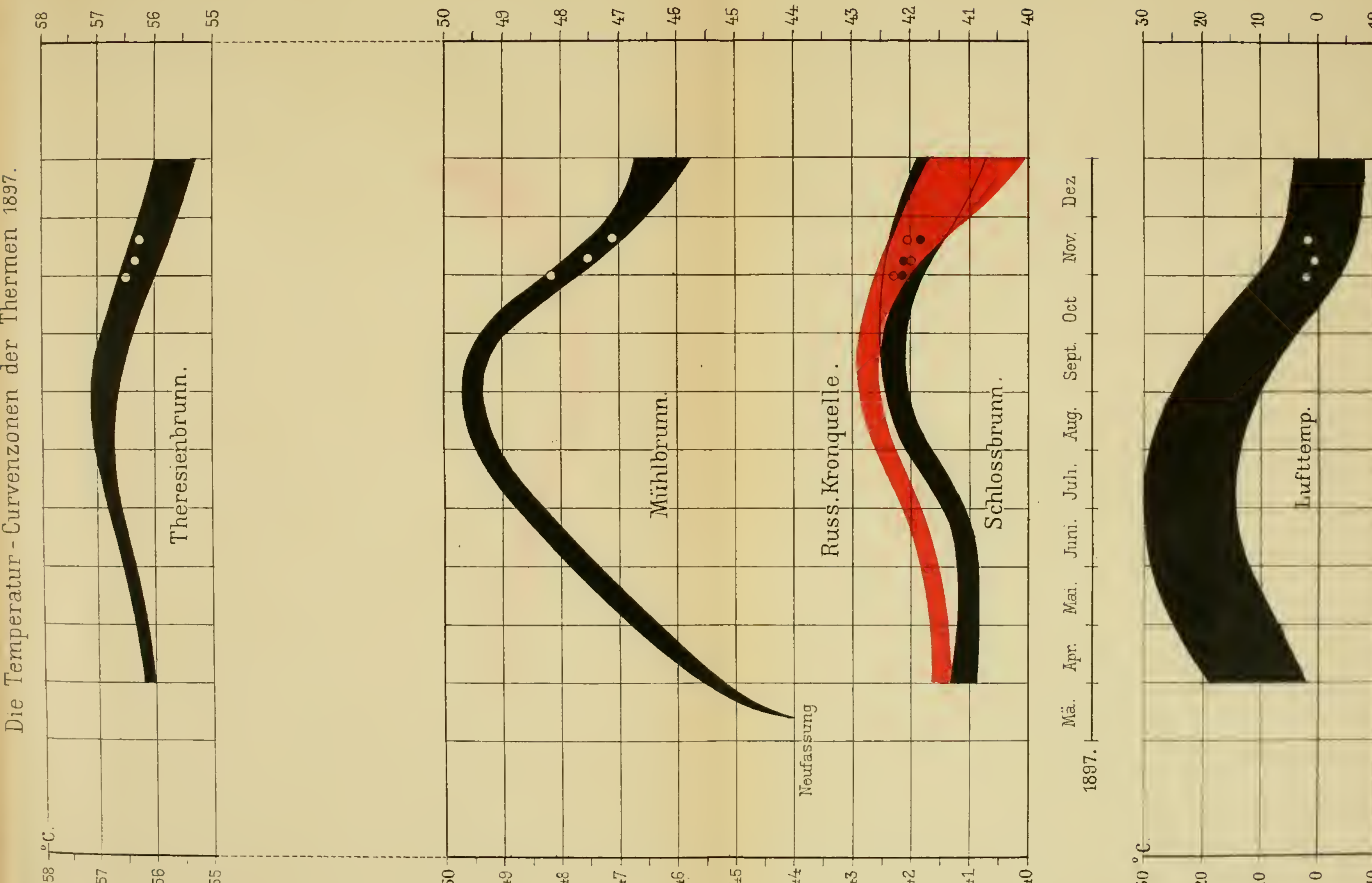
(Nach photographischen Aufnahmen des Autors).

Tafel X.

Fig. 6. Der »Kleine Springer« im Oberen Zapfenloch auf dem grossen Sprudelbergl. Von Nordost gesehen.

(Nach einer photographischen Aufnahme des Autors).


Das Niederschlags - Gebiet der Tepl
mit den Beobachtungsstationen
für den perman. Hochwasserschutzdienst
der Stadtgemeinde
KARLSBAD.
Maſsstab = 1 : 750000.
K ... Karlsbad, am Berg.
D ... Donawitzer Mühle.
P ... Petschau.
U ... Unterhammer.
E ... Einsiedl, Fritzmühle.
S ... Sangerberg.
T ... Tepl, Malzmühle.
14°
50°
13° östl. v. Greenwich.
12°
Landesgrenze
Wasserscheide
Sächsische
Böhmisch -
Eger
Niederschlags - Gebiet der Eger
Duppau
Luditz
Karlsbad
Graslitz
Marienbad
Niederschlags - Gebiet der Moldau
Meeres -
Wasserscheide
Landesgrenze
Landesgrenze
Eger
Eger
Autor del.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

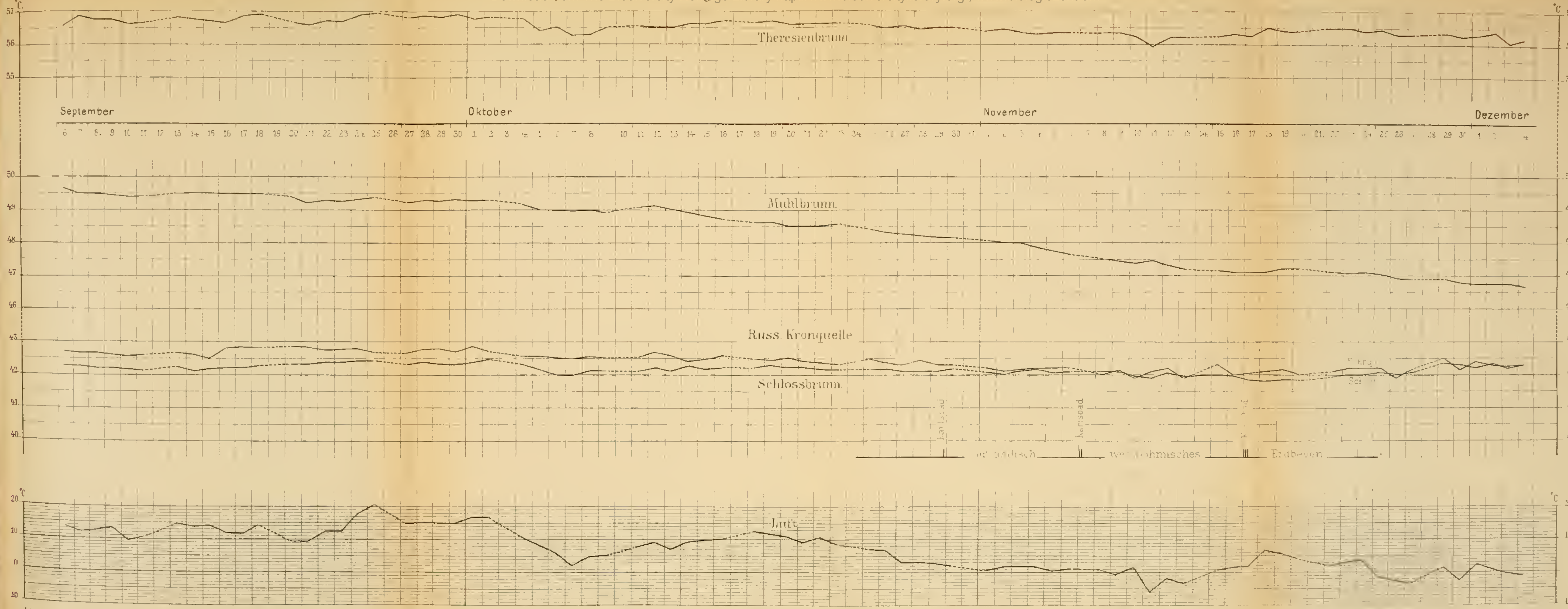
Ergiebigkeitsschwankungen der Karlsbader Thermen Herbst 1897.



Autor del.

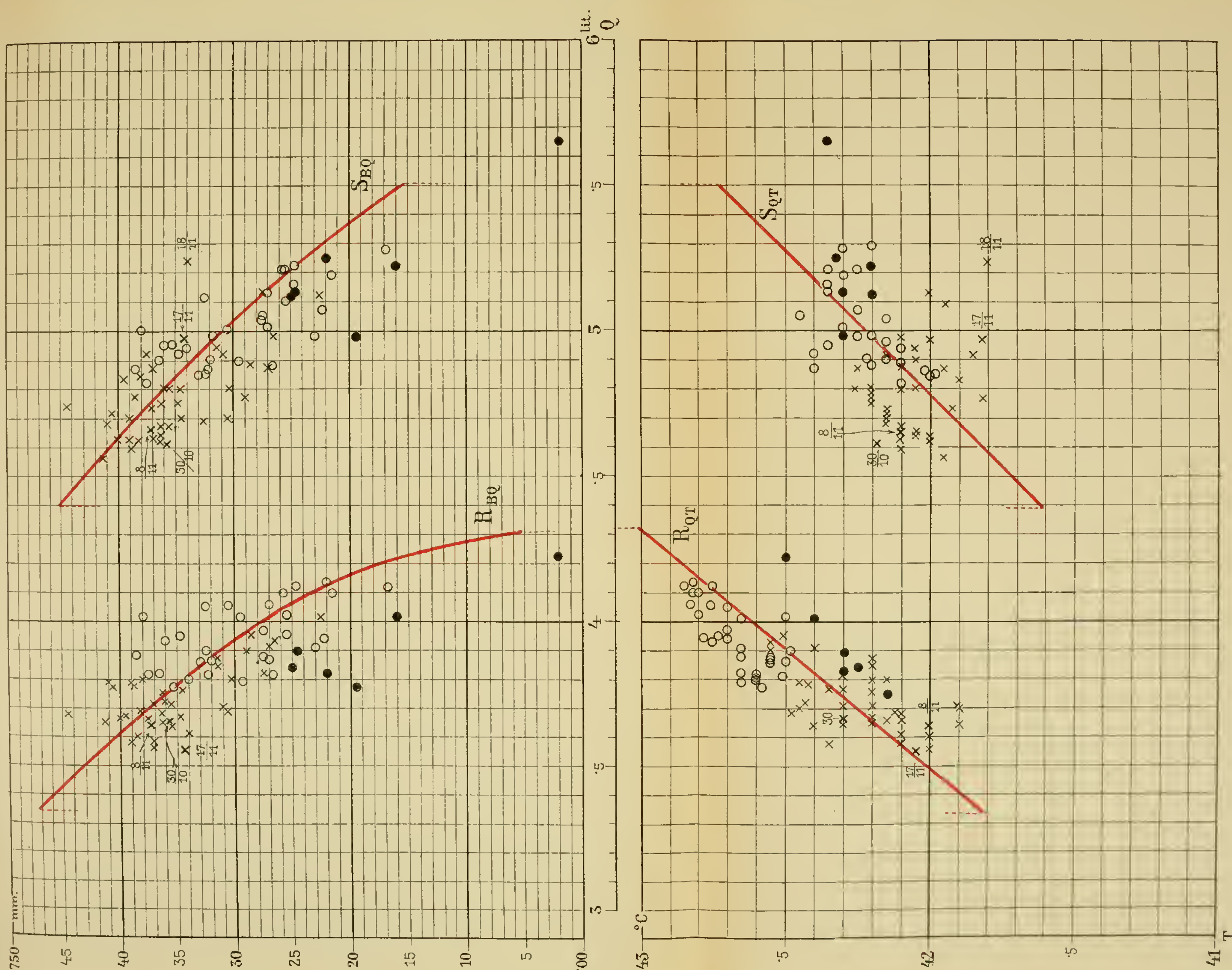
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Temperaturschwankungen der Karlsbader Thermen



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

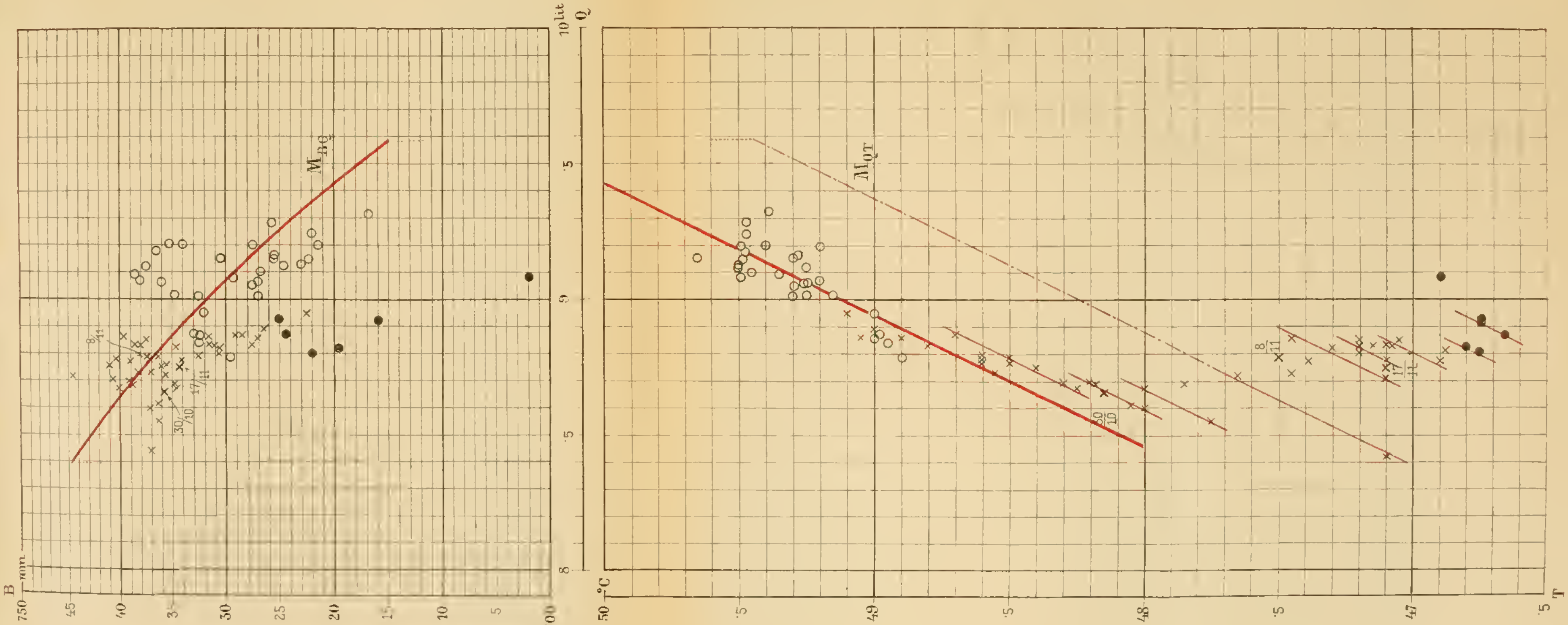
Die Curven B Q und Q T der Russ. Kronquelle u. d. Schlofsbrunnens.



Autor del

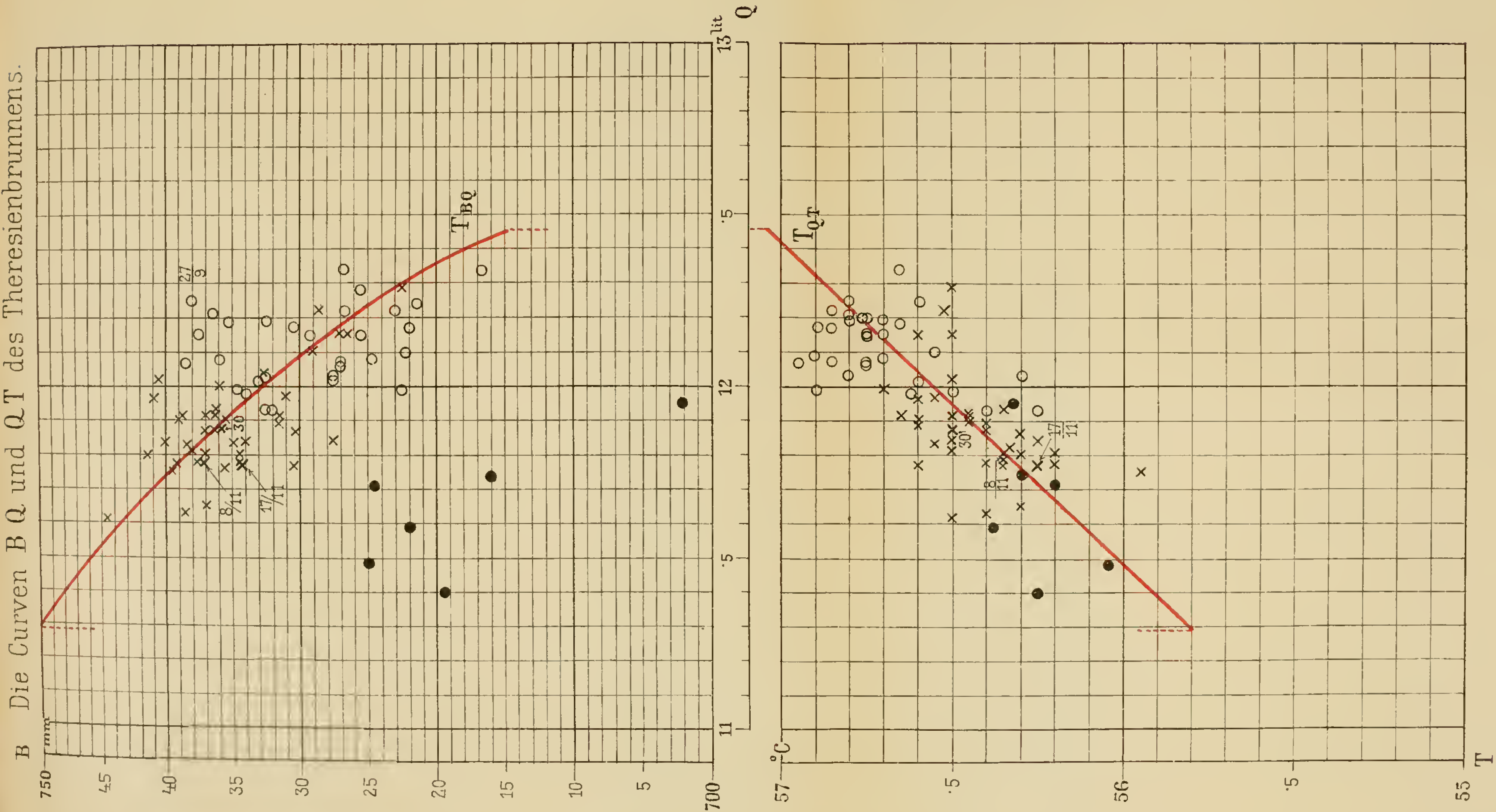
Lith Anst v Th Bannwarth, Wien

Die Curven B Q und Q T des Mühlbrunnens.



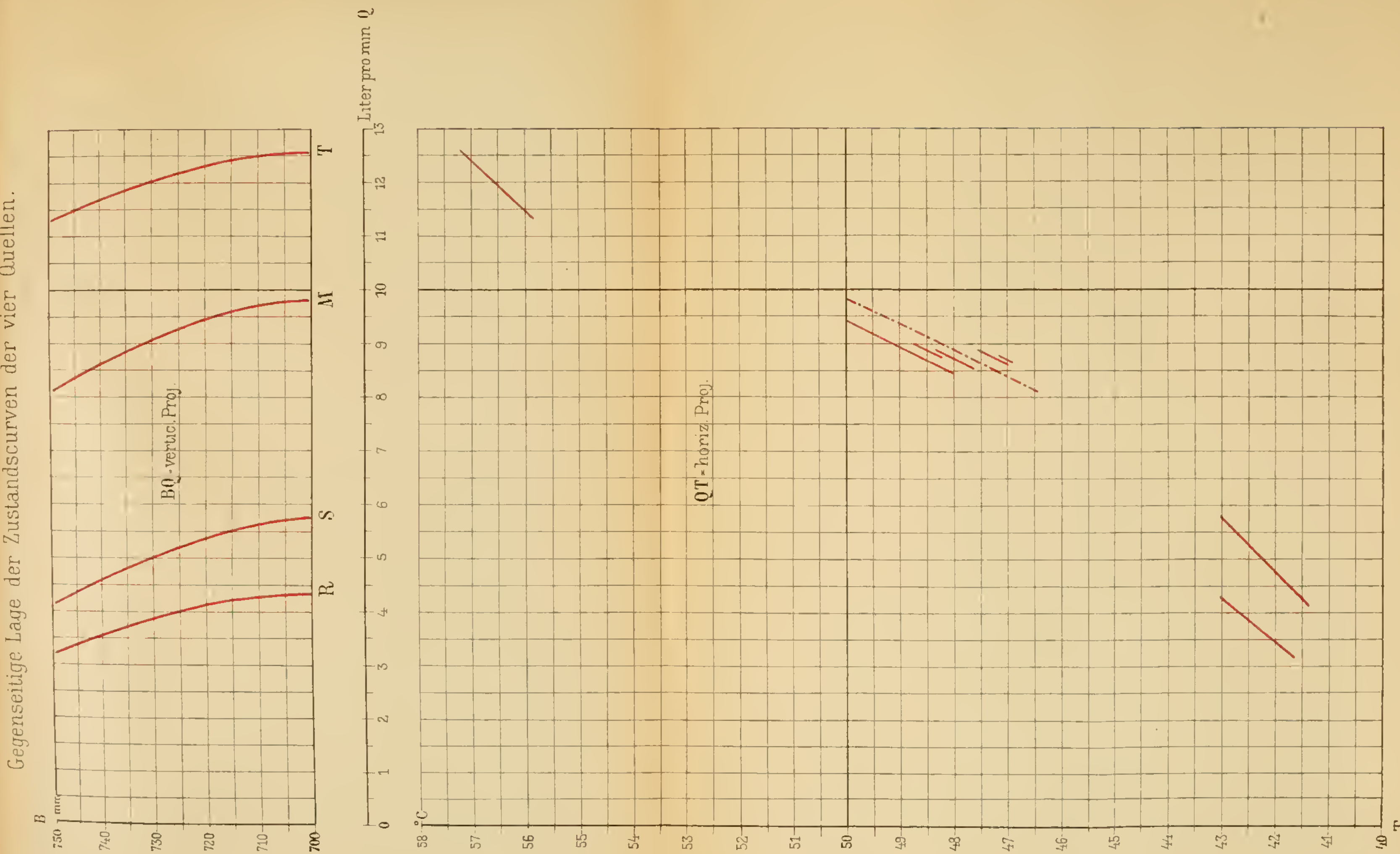
Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



Autor del

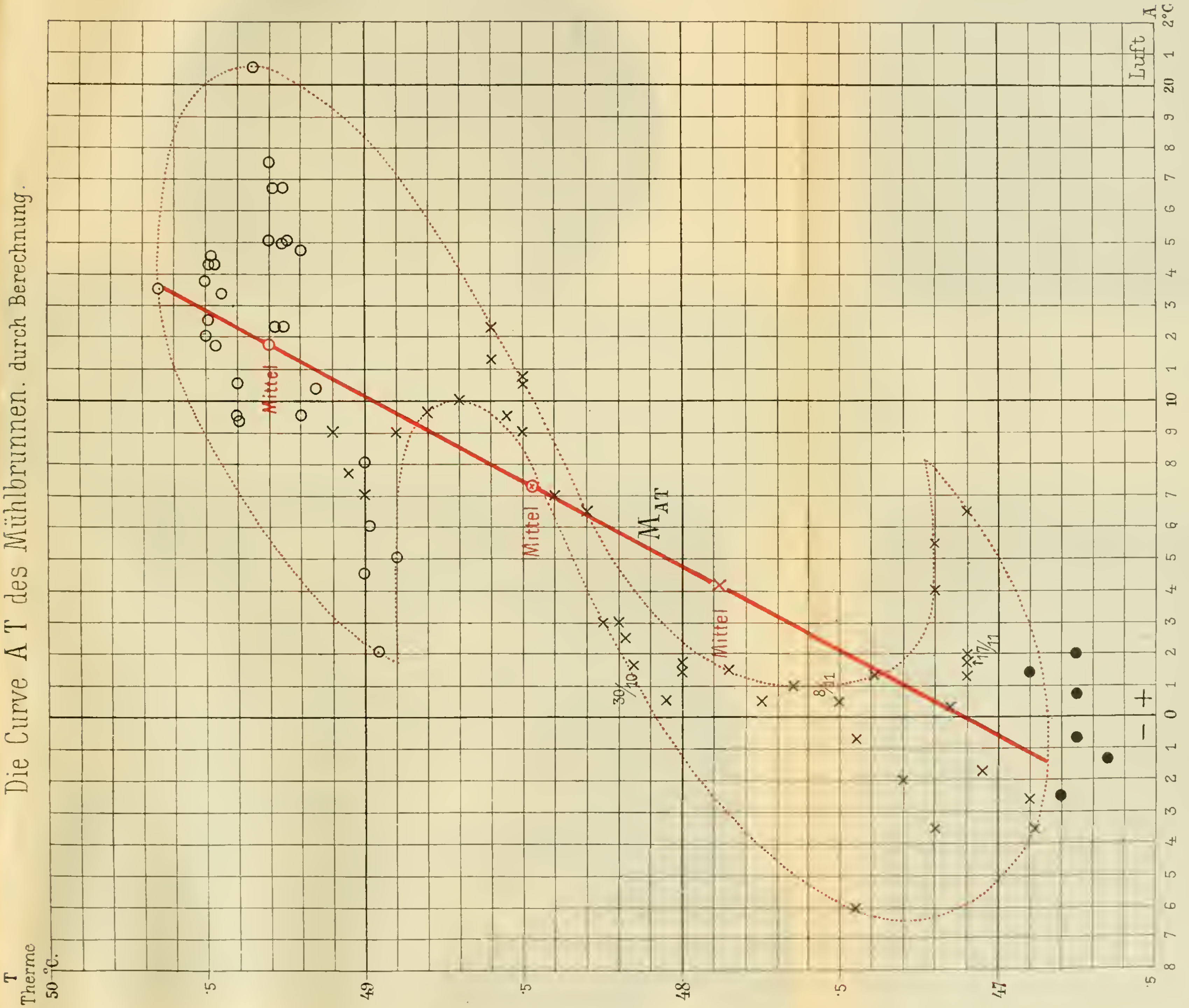
Lith Anst v Th Bannwarth, Wien



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

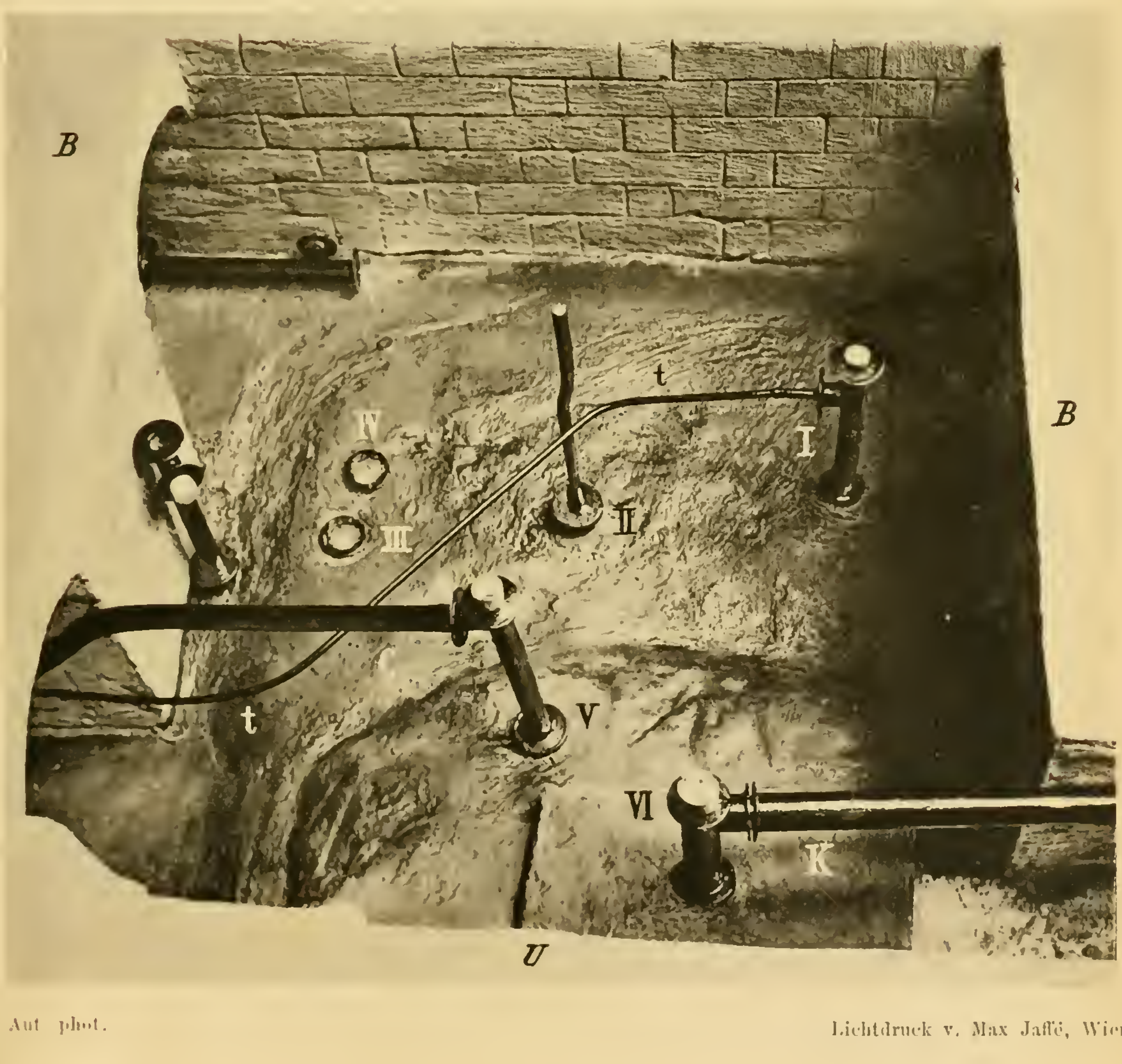
J. Knett : Verhalten der Karlsbader Thermen während des vogtländisch-westböhmischen Erdbebens im Oct.-Nov. 1897. Taf. VIII.



Autor del

Lith Anst v Th Bannwarth, Wien





Aut. phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien



Aut. phot

Fig. 6.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.